

**Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava**  
**Hornicko-geologická fakulta**  
**Technologie a hospodaření s vodou**

**Hodnocení účinnosti ČOV Karviná**

**Efficiency assessment of WWTP Karviná**



VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut environmentálního inženýrství

## Zadání bakalářské práce

Student: **Veronika Škutíková**  
Studijní program: **B2102 Nerostné suroviny**  
Studijní obor: **2102R006 Technologie a hospodaření s vodou**  
Téma: **Hodnocení účinnosti ČOV Karviná**  
**Eficiency assessment of WWTP Karviná**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Popis současného stavu odkanalizování a čištění odpadních vod
3. Sledované ukazatele kvality vod
  - 3.1. Charakteristika sledovaných ukazatelů
4. Metody hodnocení účinnosti ČOV
  - 4.1. Účinnost odstranění dusíku
  - 4.2. Účinnost odstranění organického znečištění (BSK, CHSK)
  - 4.3. Účinnost odstranění nerozpuštěných látek
5. Vyhodnocení a závěr

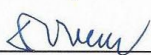
Seznam doporučené odborné literatury:

1. MALÝ, Josef, MALÁ, Jitka: Chemie a technologie vody. Brno, 1. vydání, NOEL 2000, 1996. ISBN 80-86020-13-4, 200 s.
2. PITTER, Pavel., TUCEK, Ferdinand, CHUDoba, Jan, ŽÁCEK Ladislav a kol.: Laboratorní metody v technologii vody. Praha: SNTL, 1983. 304 s.
3. PYTL V. a kol.: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod, SOVAK, 2004, ISBN 80-239-2528-8.
4. CHUDoba, J., DOHÁNYOS, M.: Biologické čištění odpadních vod, SNTL, Praha, 1991.
5. HLAVÍNEK, P., NOVOTNÝ, D.: Intenzifikace čistíren odpadních vod, NOEL 2000, s.r.o., 1996.
6. MALÝ, J., HLAVÍNEK, P.: Čištění průmyslových odpadních vod, NOEL 2000, Brno 1996.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Hana Škrobánková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2013  
Datum odevzdání: 30.04.2014

  
prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.  
vedoucí institutu



  
prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.  
děkan fakulty

## Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 ods.3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěné v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro obrazy kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavře licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohou jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.04.2014

.....

Veronika Škutíková

## *Anotace*

Práce se zabývá účinností Čistírny odpadní vody v Moravskoslezském kraji ve městě Karvině. Tato čistírna prošla v roce 2008-2009 rozsáhlou rekonstrukcí, cíl této rekonstrukce byl zaměřován především na zlepšení kvality životního prostředí, tím se myslí i zdraví obyvatelstva a přispívání ke zlepšení stavu vody .

V teoretické části jsou shrnuty dosavadní znalosti procesů technologie čištění odpadních vod, které se nyní využívají a charakteristika základních pojmů týkajících se znečištění.

Součástí práce bylo porovnání jednotlivých ukazatelů z let 2005-2013. Dále bylo provedeno grafické znázornění rozdílů ukazatelů a vyhodnocení.

## *Annotation*

The work deals with the effectiveness of wastewater treatment facilities in the Region in Karvina. This cleaning underwent extensive renovations in 2008-2009, the object of the renovation was focussed largely on improving the quality of the environment, it means the health of the population and contributing to the improvement of the water.

In the theoretical section summarizes the current knowledge of the processes of wastewater treatment technologies, which is now in use and characteristics of basic concepts relating to pollution.

Part of this work was to compare the characteristics of the years 2005 to 2013. It was made a graphical representation of differences indicators and evaluation.

## Klíčová slova:

Čistírna odpadních vod

Dusík

Fosfor

BSK<sub>5</sub>

CHSK

## Keywords:

Wastewater treatment plant

Nitrogen

Phosphorus

BOD<sub>5</sub>

CHOD

## *Seznam zkratek*

ČOV	čistírna odpadních vod
EO	ekvivalent obyvatel
BSK <sub>5</sub>	biologická spotřeba kyslíku po dobu pěti dní
CHSK	chemická spotřeba kyslíku dichromanovou metodou
NL	nerozpuštěné látky
P	fosfor
N - NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	amoniakální dusík
N - anorg.	anorganický dusík
N <sub>celk.</sub>	dusík celkový
DZ	dešťová zdrž
EF	evropský fond
UN	usazovací nádrž
AN	aktivační nádrž

Osnova:

Úvod .....	2
1.1 Cíl .....	2
2. Popis současného stavu odkanalizování a čištění odpadních vod .....	3
2.1 Informace o městě Karviná.....	4
2.2 Rozšířší kanalizace – odkanalizování.....	5
2.2.1. Části stavby .....	6
2.2.2. Platná legislativa.....	9
2.3. Čištění městských odpadních vod.....	13
2.4. Technické údaje o ČOV Karviná .....	19
3. Sledované ukazatele kvality vod .....	26
3.1. Charakteristika sledovaných ukazatelů .....	26
4. Metody hodnocení účinnosti ČOV .....	31
4.1. Účinnost odtranění organického znečištění BSK .....	31
4.2. Účinnost odtranění organického znečištění CHSK .....	32
4.3. Účinnost odtranění dusíku.....	32
4.4. Účinnost odtranění fosforu .....	32
4.5. Účinnost odtranění amoniakálního dusíku.....	34
4.6. Účinnost odtranění nerozpuštěných látek.....	34
4.4.1. Tabulkové a grafické znázornění .....	35
5. Vyhodnocení a závěr.....	39
Zdroje .....	40



## **1. Úvod**

Bakalářskou práci na téma Hodnocení účinnosti odpadních vod jsem si vybrala, protože voda je nezbytnou součástí života, všech rostlinných i živočišných druhů. Má nezbytnou funkci, jak ze strany fyziologické, tak ze strany zdravotně-hygienické. Jenže zásoby vody nejsou nekonečné. Možnost otočit kohoutkem s neomezeným množstvím vody úzce souvisí s úrovní vodního hospodářství a hustotou obyvatelstva v daném území.

Výše uvedených skutečností si byli lidé vědomi již dávno před naším letopočtem. Je známo, že první sídla lidí byla zásadně u vody, první kulturní centra civilizace – říše Sumerů, Babyloňanů apod., vznikala na územích s dostatkem vody.

Voda je zřejmě nejrozšířenější látkou na zemi. Vyskytuje se ve všech skupenstvích, je součástí jiných látek a sloučenin, je nositelem energie, základem pro zemědělství a základní surovinu pro řadu průmyslových odvětví.

Z tohoto důvodu se ve své bakalářské práci, zabývám účinností ČOV. Protože voda je jedna z věcí, bez kterých se člověk neobejde.

V mnoho zemích se stává hlavním problémem znečištění odpadních vod, a tím ničení vodních zdrojů.

### **1.1 Cíl**

Cílem bakalářské práce bylo vyhodnotit efektivnost a kvalitu vypouštěné vody z Čistírny odpadních vod Karviná. Do jmenované čistírny jsou přiváděny splaškové vody, odpadní vody ze závodů, z domácností, z restaurací a následně jsou v objektu čištěny.

## **2. Popis současného stavu odkanalizování a čištění odpadních vod**

Původní Mechanicko-biologická čistírna odpadních vod v Karviné byla uvedena do provozu v roce 1961. Odpadní vody, které do čistírny přitékají jsou přiváděny jednotou kanalizací z města Karviná. Jedná se o komunální odpadní vody z částí města Fryštát, Ráj, Nové Město, Mizerov a hranice. Dále jsou připojeny vody z občanské vybavenosti a odpadní vody místního průmyslu [1].

Čistírna odpadních vod Karviná je mechanicko-biologickým zařízením s nízkozářezovou aktivací, s nitrifikací, předřazenou denitrifikací a se zvýšeným biologickým odstraňováním fosforu. Primární i přebytečný kal se stabilizuje mezofilním vyhníváním, vyhnitý kal je mechanicky odvodňován. Bioplyn se používá pro výrobu elektrické energie a tepla.

Celý provoz čistírny odpadních vod je ovládán pomocí jedné operátorské stanice, umístěné ve velínu. Systém je navržen jako decentralizovaný, řídicí počítač se nachází ve velínu a podřízené stanice v jednotlivých rozvodnách. Obecně jsou pohony ovládány pomocí digitálních a analogových vstupů, které umožňují sledovat stav jednotlivých pohonů. Na monitoru operátora se zobrazují údaje o provozu, například technologické schéma čistírny, nebo vybraného provozního souboru, přehled alarmů, poruch a technologických hlášení [1].

Celý systém umožňuje optimalizaci nákladů na spotřebu elektrické energie.

Moderní čistírna odpadních vod je vybavená špičkovou čistírenskou technologií včetně automatizace řízení provozu, je schopna nejen vyhovět současným i budoucím nárokům spojených s rozvojem města Karviné, také přináší i významné zlepšení životního prostředí zdejší průmyslové oblasti díky dalšímu zvýšení čistoty hraničního toku řeky Olše.

## **2.1. Informace o městě Karviná**

Stručně a v krátkosti bych se zmínila také o městě Karviná ve kterém se čistírna nachází. Je to město s více než 60 tisíci obyvateli leží 18 km východně od Ostravy na severním okraji předhůří Beskyd v údolí řeky Olše. Část severní hranice Karviné tvoří současně hranici s Polskem. Město má bohatou historii předurčenou jeho strategicky výhodnou polohou na obchodní cestě z Uher do Pobaltí, která z něho učinila obchodní, hospodářské a kulturní centrum oblasti. Dokladem této historie je především empírový zámek Fryštát, jediný ze tří zámeckých objektů, který se na území města dochoval až do dnešní doby. Velký rozmach města nastal především po nálezů černého uhlí ve 2. pol. 18. století. Dlouhá desetiletí patřila Karviná s okolím mezi oblasti s vysokým soustředěním těžby uhlí a navazujícího průmyslu, v posledních letech byl posílen význam obchodní a turistický. Karvinské Lázně Darkov jsou ve světě proslulé léčbou pohybového ústrojí a vznikem Obchodně podnikatelské fakulty Slezské univerzity se Karviná stala vysokoškolským městem [2]. Co se týče vodstva, tak Karviná patří do základního hydrologického povodí řeky Odry, které je částí úmoří Baltského moře. Odtokové poměry jsou zde silně ovlivněny důlní činností. Charakter horního toku řeky Olše je šterkonosné, níže má koryto v městských tratích regulované, ale silně devastované vlivy z poddolování. Mezi významné vodní toky, dále patří ještě Stonávka a Petrůvka. Tyto toky jsou vesměs rovněž silně zasaženy důlními vlivy, ztrátou podélného sklonu místy vznikají gravitačně neodvodnitelná, trvale zatopená území. Zároveň jsou znečišťovány slanými důlními a ostatními odpadními vodami.

**Zeměpisné souřadnice jsou:** 49° 51' 30" severní šířky, 18° 32' 15" východní délky.

**Rozloha:** 57,48 km<sup>2</sup>.

**Počet obyvatel:** přibližně 66 500

**Počet obyvatel napojených na ČOV:** 58,373

**Hustota obyvatelstva:** 1006 obyvatel/km<sup>2</sup> [2]



obrázek č. 1: ukázka dolů v Karviné

## **2.2. Rozšíření kanalizace - odkanalizování**

Kapitolu rozšíření kanalizace města Karviné jsem do své bakalářské práce dosadila, protože je stejně, jako výstavba DZ spolufinancována EF. Výstavba nové kanalizace, ve které je zahrnuta také stavba DZ je součástí komplexu staveb, které jsou zahrnuty do komplexní investice města Karviná. Ve městě existovala neúplná kanalizační síť napojená na modernizovanou čistírnu odpadních vod s kapacitou 88 000 ekvivalentních obyvatel. Kanalizační síť byla silně hydraulicky přetěžována.

Kanalizační systém ve městě Karviná byl řešen jako jednotná kanalizace, která společně odváděla splaškové a dešťové vody z městské zástavby do ČOV Karviná, kde tyto splaškové a dešťové odpadní vody byly čištěny na přijatelnou úroveň.

Stavební práce na všech částech stavby odstartovaly 30.10.2007 a byly ukončeny 30.11.2009. Záměrem vybudování nové sítě kanalizačního sběrače bylo posílení kapacity nynější kanalizace. Při velkých dešťových průtocích docházelo k nedostatečnému odvedení odpadních vod, což způsobovalo záplavy a škody na majetku. Z tohoto důvodu se v rámci samostatné stavby prováděla výstavba nového sběrače, který má odlehčovat hydraulické přetížení sběračů městské kanalizace a zlepšení tak odtokových poměrů v kanalizační síti uvnitř města. Vybudovaný sběrač znamená rozšíření stokového systému ve městě Karviná a zlepšení odvádění odpadních vod ze spádové oblasti.



obrázek č.2: ukázka přetížení z části Karviné č.4 – RÁJ

### 2.2.1. části stavby

**1. etapa** – zahrnovala spodní a střední část sběrače a jeho napojení do ČOV Karviná. Tento úsek stoky byl podmiňující stavbou pro další rozvoj stokové kanalizační sítě ve městě Karviná. Tato 1. etapa byla rozčleněna na tři samostatné projekty tvořící skupinu staveb. Část „A1“ – propojení, představuje úsek odlehčovací trasy do vodoteče a připojení odpadních vod na ČOV. Část „A2“ – přítok, představoval hlavní část řešeného úseku sběrače. Část „B“ – odtok, představoval úpravu současného otevřeného koryta jako odtok z ČOV.

**2. a 3. etapa** – tyto dvě etapy zahrnovaly horní část sběrače, který je veden až do okrajových částí města. Rovněž tak v rámci tohoto řešení bylo navrženo zřízení retenčních dešťových zdrží. Tím se vytvořil prostor pro akumulaci přívalových dešťových vod, což opět umožňuje snížit průtočný profil nově navrhované kanalizace [3].



obrázek č. 3: rozmístění jednotlivých částí stavby

Kanalizace iniciovala nutnost zvýšení kapacity stávající rýhy mezi ČOV a řekou Olší z dnešních 13,0 m<sup>3</sup>/s na návrhových 18,96 m<sup>3</sup>/s. Stavební řešení bylo navrženo prohluběním i částečným rozšířením dolního úseku potoka v úseku řeky Olše až po napojení Železárenského potoka a rýhy odpadu ČOV v celkové délce 1255,2 m v úseku rýhy potoka podél ul. Staroměstské až po bývalé odlehčení Olšanského náhonu nad ČOV v celkové délce 790 m [3].

Dále byla navržena nová odlehčovací komora s připojením do ČOV Karviná vlastní sběrač, včetně vybudování nové odlehčovací stoky do přilehlého recipientu, dále do otevřeného koryta odtoku ze stávající ČOV a následně do řeky Olše.

Stavba DZ byla navržena na místě původních usazovacích nádrží v čistírně odpadních vod v Karviné. Jednalo se o stavbu ekologického charakteru, která svým zkvalitnila čištění odpadních vod z kanalizačního systému města Karviná. Zdrž sloužila a v budoucnu bude sloužit k akumulaci dešťových a odpadních vod a následně k jejich rovnoměrnému řízenému a opožděnému vypouštění do městské kanalizace. Má tedy za úkol vyřešit problematiku nedostatečné kapacity odvedení dešťových, povrchových a odpadních vod stávající městskou kanalizací z městské zástavby, konkrétně nedostatečnou hydraulickou kapacitu současných sběračů.

DZ je retenční neprůtočná na vedlejším směru mimo hlavní přítokovou stoku, na odtoku z nové odlehčovací komory. Provedený geologický průzkum ukázal na složité geologické poměry a na rychlé střídání jednotlivých typů zemin. V trase se střídají vrstvy jílovité, písčité a šterkovité. Místy se procházelo vrstvami zvodnělých šterkopísků, proto bylo nutné počítat s nebezpečím větších přítoků vody do díla a v nepříznivém případě s vytékáním písků. Celá délka projektované trasy byla silně ovlivňována podzemní vodou, která měla charakter mírně napjaté vody. Před vlastním prováděním bylo nutné tento stav změnit dostatečným čerpáním podzemních vod zejména v místech, kde je nebezpečí ztekucení.

Problémy nastaly později při beranění jižní stěny DZ, kde došlo k naražení na ocelové potrubí, které nebylo řešeno projektovou dokumentací. Zhotovitel tedy musel provést vrtnou sondu a indikaci na výskyt plynu a následně potrubí o průměru 300 mm demontovat. Tento problém nastal při beranění štětových stěn a při výkopových pracích ještě několikrát



Po zapažení stavební jámy se musela odtěžit zemina z výkopu pro samotnou konstrukci dešťové zdrže. Tyto práce taktéž nebyly lehkým úkolem, z důvodu velké hloubky a neustálého přítoku hladiny spodní vody. Samotná konstrukce DZ byla provedena z vodostavebního betonu třídy s vázanou ocelovou výztuží. Celá konstrukce dešťové zdrže je chráněna před průsaky spodní vody a agresivním účinkům podzemní vody nátěrem a izolací tvořenou asfaltovaným modifikovaným pásem.

Z výše uvedených důvodů bylo navrženo vybudovat nový kanalizační sběrač, který v budoucnu uvolní přetíženou stokovou kanalizační síť v centru města. Rovněž tak v rámci tohoto řešení bylo navrženo zřízení retenčních dešťových zdrží. Tím se vytvořil prostor pro akumulaci přívalových dešťových vod, což opět umožňuje snížit průtočný profil nově navrhované kanalizace [4].



Obrázek č. 4: celková situace projektu

### 2.2.2. Platná legislativa

Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových, nebo podzemních je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. V tomto povolení stanoví vodoprávní orgán povinnosti a podmínky, za nichž je nakládání s vodami povoleno. Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových stanoví vodoprávní orgán nejvýše přípustné hodnoty jejich množství a znečištění. Přitom je vázán ukazateli vyjadřujícími stav vody ve vodním toku, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění povrchových vod, které jsou uvedeny v Nařízení vlády ČR 229/2007 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech [5].

#### **Nařízení vlády 229/2007 Sb. vymezuje některé základní pojmy:**

**Městské odpadní vody:** odpadní vody vypouštěné z domácností nebo služeb, vznikající převážně jako produkt lidského metabolismu a činností v domácnostech (splašky), popřípadě jejich směs s průmyslovými odpadními vodami nebo dešťovými vodami.

**Průmyslové odpadní vody:** odpadní vody uvedené v části B přílohy č. 1 k tomuto nařízení, jakož i odpadní vody v této části neuvedené, jsou-li vypouštěny z výrobních nebo jim obdobných zařízení.

**Zdroj znečišťování:** území obce, popřípadě její územně oddělená a samostatně odkanalizovaná část, území vojenského újezdu nebo areál průmyslového podniku či jiného objektu, pokud se z nich vypouštějí samostatně odpadní vody do vod povrchových. Za odpadní vody se v tomto případě nepovažují vody z dešťových oddělovačů, pokud funkce oddělovače splňuje podmínky stanovené vodoprávním úřadem.

**Emisní standard:** nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod uvedené v příloze č. 1 k tomuto nařízení

**Emisní limity:** nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad v povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových.



**Imisní standardy:** nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů pro přípustného znečištění povrchových vod v jednotkách hmotnosti, radioaktivity nebo bakteriálního znečištění na jednotku objemu, které jsou stanoveny v příloze č. 3 k nařízení.

Zde je nutné upozornit na ne vždy vnímaný fakt. Vody vyčištěné na čistírně odpadních vod jsou stále vodami odpadními a platí pro ně veškeré předpisy pro odpadní vody. Kvalita vyčištěných odpadních vod je zvláště důležitá při jejich vypouštění v citlivých oblastech u nichž je z hlediska zájmů chráněných Zákonem o vodách nutný vyšší stupeň čištění odpadních vod. Citlivé oblasti vymezuje vláda ČR nařízením, které podléhá přezkoumání v pravidelných 4letých intervalech [5].

### **SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2000/60/ES,**

**ze dne 28 .října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky Rámcová směrnice určuje rámec pro ochranu všech vod (včetně vnitrozemských povrchových vod, brakických vod, pobřežních vod a podzemních vod), který:**

- zabrání dalšímu zhoršování, ochrání a zlepší stav vodních ekosystémů a, s ohledem na jejich potřebu vody, i stav suchozemských ekosystémů a mokřadů ;
- podpoří trvale udržitelné užívání vod založené na dlouhodobé ochraně dosažitelných vodních zdrojů;
- povede ke zvýšené ochraně a zlepšení vodního prostředí, mimo jiné též prostřednictvím specifických opatření pro cílené snižování vypouštění, emisí a úniků prioritních látek a zastavení nebo postupné odstranění vypouštění, emisí a úniků prioritních nebezpečných látek;
- zajistí cílené snižování znečištění podzemních vod a zabrání jejich dalšímu znečišťování, a přispěje ke zmírnění účinků povodní a období sucha [6].

### **SMĚRNICE RADY 91/271/EHS, ze dne 21.května 1991, o čištění městských odpadních vod.**

Směrnice se týká odvádění, čištění a vypouštění městských odpadních vod a čištění a vypouštění odpadních vod z určitých průmyslových odvětví. Cílem této směrnice je ochrana životního prostředí před nepříznivými účinky vypouštění výše uvedených odpadních vod [7].

**ZÁKON č. 274/ 2001 Sb. O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a  
o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).**

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo záviselých suchozemských ekosystémů. Zákon upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztahy fyzických a právnických osob k využívání povrchových a podzemních vod, jakož i vztahy k pozemkům a stavbám, s nimiž výskyt těchto vod přímo souvisí, a to v zájmu zajištění trvale udržitelného užívání těchto vod, bezpečnosti vodních děl a ochrany před účinky povodní a sucha [8].

**NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 61/2003 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného  
znečištění povrchových vod a odpadních vod.**

**Stanovuje:**

1. ukazatele vyjadřující stav vody ve vodním toku,
2. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod,
3. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod,
4. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti a pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod ovlivňujících kvalitu vody v citlivých oblastech,
5. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění pro zdroje povrchových vod, které jsou využívány nebo u kterých se předpokládá jejich využití jako zdroje pitné vody,
6. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů,

7. ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod, které jsou využívány ke koupání osob,
8. náležitosti a podmínky povolení k vypouštění odpadních vod [9].

### **Zákon č. 254/2001 Sb. - o vodách, ve znění pozdějších úprav.**

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství [9].

VELIKOST (EO)	CHSKCr (mg/l)		BSK5 (mg/l)		NL (mg/l)		N-NH4 (mg/l)		Ncelk (mg/l)		Pcelk (mg/l)	
-	P	m	p	M	p	m	P	m	průměr	M	průměr	m
do 500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500 – 2,000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2,001– 10,000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
<b>10,001 – 100,00</b>	<b>90</b>	<b>130</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
nad 100,000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

**p** – uváděné koncentrace nejsou ročními průměry a mohou být překročeny v povolené míře

**m** – uváděné koncentrace m jsou nepřekročitelné

**1)** Přípustné limity ukazatelů CHSK, BSK5 a NL stanoví vodoprávní úřad přiměřeně k tomuto nařízení, na základě jakosti a stavu vody v toku a místních podmínkách.

**průměr** – uváděné koncentrace jsou aritmetické průměry koncentrací za posledních 12 kalendářních měsíců a nesmí být překročeny

Tab. č. 1: Ukazatele na odtoku podle nařízení vlády 229/2007 (Emisní standarty)

Ukazatel	Jednotka	Hodnota
<b>BSK5</b>	mg/l	6,0
<b>CHSKCr</b>	mg/l	35,0
<b>Celkový dusík</b>	mg/l	8,0
<b>Amoniakální dusík</b>	mg/l	0,5
<b>Nerozpuštěné látky</b>	mg/l	30,0
<b>Celkový fosfor</b>	mg/l	0,20

Tab. 2 Vybrané imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod

### **2.3. Čištění městských odpadních vod**

Čistírny odpadních vod jsou vysoce specializovaná zařízení, která zejména na základě mechanických a biochemických principů oddělují ze znečištěných vod různé znečišťující složky, jež jsou v některých případech určeny k dalšímu použití jako druhotné suroviny.

Odpadní vody jsou velmi různorodé, zejména odpadní vody průmyslových odvětví, při jejich čištění je nutno používat různé technologické postupy. V rámci technologie čištění se sleduje jednak čistící efekt a jednak náklady na čištění včetně pořizovacích nákladů na příslušnou čistírnu odpadních vod. Zatím nejlacinějším způsobem čištění odpadních vod je čištění na biologickém principu. Základním požadavkem při biologickém čištění je přítomnost vhodných biologických organismů. V praxi se velmi často kombinuje čištění průmyslových odpadních vod s čištěním komunálních odpadních vod, které obsahují potřebné mikroorganismy.

Průmyslové odpadní vody se vyznačují zpravidla vysokou solností a často též i toxicitou, což ztěžuje nebo někdy i znemožňuje využití biologických principů čištění. Proto je někdy nutné tyto odpadní vody předčistit ještě v rámci příslušného průmyslového závodu a teprve potom je mísit s komunálními odpadními vodami v rámci čistícího procesu na biologické čistírně odpadních vod [10].

Městské odpadní vody jsou světle hnědé barvy zpravidla bez výrazného hnilobného nebo jiného zápachu. Pokud jsou odpadní vody vypouštěny přímo do vodních toků či vodních nádrží, způsobují zejména tyto závady:

- a) esteticky nežádoucí usazování zbytků papírů včetně ulpívání různých směsí plovoucích předmětů, tuků, zbytků z plastů a jiných na březích toků a na pobřežní vegetaci
- b) vznik tzv. kalových usazenin, které poškozují příslušný vodní tok jednak esteticky a jednak jsou zdrojem znečištění vody organickými i anorganickými látkami včetně produktů jejich rozkladu
- c) nadměrný rozvoj tzv. samočisticích mikroorganismů, zvláště kolonií slizových bakterií. Ty rozkládají organické složky znečištění, avšak zároveň zpracovávají kyslík rozpuštěný ve vodě, který se pak nedostává pro vodní organismy, jako jsou zejména ryby (+ přenos infekce)

d) znečištění toku minerálními živinami, ať už přímo z odpadních vod, nebo produkty jejich prvotního rozkladu. Sloučeniny dusíku a fosforu a dalších základních rostlinných živin podporují tzv. fytoplankton v podobě tzv. vodního květu. Látky, které vznikají po odumření rostlin znemožňují využití příslušné vody pro výrobu pitné vody.

Čistírna odpadních vod představuje soustavu velkoplošných nádrží a staveb.

Čistírny odpadních vod obsahují (obvykle ne všechny) části:

- a) mechanická
- b) chemická
- c) biologická
- d) kalové hospodářství [11].
- e)

#### **Mechanická část**

V mechanické části pracují obvykle tato zařízení:

- |            |                             |                 |
|------------|-----------------------------|-----------------|
| - čerpadla | - usazovací nádrže          | - filtrace      |
| - česle    | - lapáky tuků, olejů, písku | - čerčení [11]. |

#### **Chemická část**

V chemické části je snaha odstranit z odpadní vody rozpuštěné látky (obvykle ionty kovů) přidáváním jiných chemických látek (solí, kyselin či zásad). Chemicky se průmyslové vody čistí:

- neutralizací
- chemickým srážením rozpuštěných látek
- chemickou oxidací nebo redukcí nečistot
- odstraněním suspendovaných a koloidních látek [12].

## **Biologická část**

Principem je biologická kultura mikroorganismů, která tyto látky z vody, v rámci svých životních procesů, získává jako stavební látky a zdroj energie a která je odbvyčištěné odpadní vody oddělitelná jednoduchým fyzikálním postupem obvykle sedimentací.

Základem biologické části ČOV jsou tzv. aktivační nádrže. Při tomto druhu čištění je odpadní voda směřována s aktivovaným kalem za dostatečného provzdušňování a za působení příslušných bakterií. Účinné provzdušňování patří mezi hlavní činnosti, které musí být zajištěny při provozu AN. K okysličení se používají turbokompresory, které vhánějí vzduch do perforovaného potrubí uloženého na dně AN.

Předpokladem vysoké účinnosti biologické fáze čistícího procesu je odpovídající pH (velmi kyselé) a vhodné složení mikroorganismů, které v podstatě konzumují příslušné znečišťující látky. Působením mikroorganismů dochází ke složitým biochemickým a fyzikálním procesům, při nichž se tvoří vločky, které na svůj povrch váží i anorganické znečištěniny a tím vytváří předpoklady k celkovému zvýšení účinnosti čistícího procesu. Vločky sedimentují a dají se z čištěné vody snadno odstranit. Kal se ze dna nádrží shrabuje do kalové prohlubně. Odtud je kal čerpán k dalšímu zpracování v kalovém hospodářství. Předpokladem dobré účinnosti biologického čištění je absence toxických látek, které by usmrcovaly příslušné mikroorganismy [12].

### **Kalové hospodářství:**

Anaerobní biologické procesy slouží v technologii vody ke zneškodnění organických kalů, a to zejména kalů z primárních usazovacích nádrží a přebytečného aktivovaného kalu. Čistírenský kal obsahuje mnoho organických látek, které snadno podléhají hnilobnému rozkladu a tvorby páchnoucích látek. Proto je zapotřebí u kalu snížit obsah těchto snadno biologicky rozložitelných látek. Lze to provést buď aerobní stabilizací nebo anaerobním procesem. Kromě toho lze anaerobní procesy využít při čištění některých koncentrovaných odpadních vod. Hlavními anaerobními procesy jsou kyselé a metanové kvašení. V některých případech probíhá také kvašení sirné. Uvedené pochody bývají v technologii označovány souhrnným pojmem metanizace. V průběhu metanizace probíhá nejprve rozklad (hydrolýza) vysokomolekulárních látek přítomných v kalu působením bakterií, které produkují enzymy. Hydrolýzou např. vzniká ze škrobu a celulózy glukóza, z tuků glycerin a vyšší mastné kyseliny, z bílkovin aminokyseliny.

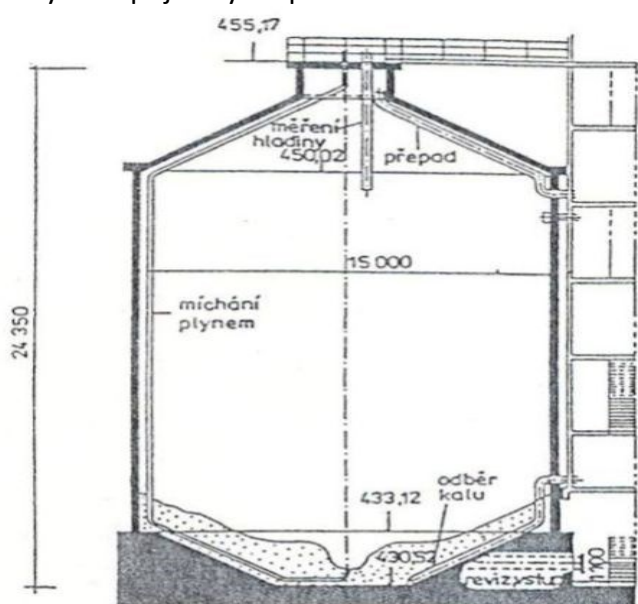
Konečnými produkty hydrolýzy jsou tedy monosacharidy (jednoduché cukry), glycerin, vyšší alifatické kyseliny a aminokyseliny.

Po hydrolýze následuje další rozklad, který vede převážně ke vzniku nižších alifatických kyselin (kyselina mravenčí, octová atd.) a alkoholů. Tato část metanizace se nazývá kyselé kvašení. Produkty kyselého kvašení jsou transformovány metanovými bakteriemi především na *metan* a *oxid uhličitý*. Tvoří se tzv. *kalový plyn* (bioplyn).

Metanizaci kalu (tedy proces stabilizace kalu a výroby bioplynu) ovlivňuje celá řada faktorů. Nejdůležitějšími jsou teplota, pH, složení kalu, resp. odpadní vody, míchání, zatížení, doba zdržení atd[12].

**Vyhnívací nádrže** se staví zpravidla jako kruhové železobetonové ploché nádrže umístěné ve volném prostoru. Někdy se staví jako nákladné uzavřené stavby, kde ve spodní části postupně vyhnívá kal a ve vrchní části se shromažďuje tzv. kalový plyn, který obsahuje převážně methan, oxid uhličitý, oxid uhelnatý a jiné [14].

**Vyhnílý kal** obsahující 85-90 % vody se suší. K vysušování se používají buď tzv. kalová pole nebo tzv. laguny (plocha pod úrovní terénu zaplněná kalem). Kal se používá nejčastěji v zemědělství na výrobu kompostů. Předpokladem je, že příslušné kaly neobsahují toxické látky, které by se zapojovaly do potravního řetězce člověka [13].



Obrázek č. 5: Schéma metanizační nádrže

## **V Naší karvinské čisírně funguje proces čištění odpadní vody takto:**

Pitnou vodu, kterou jsme použili v domácnosti musíme vrátit zpět do přírody zbavenou všech nečistot, k tomu slouží ČOV. Jaký je postup čištění? Na hlavním přítoku žlabu je umístěný tzv. Lapák štěrku, vlastně prohlubeň ve dně, kde se usazují hrubší pevné částice, hrubý písek, štěrk a kameny, tyto usazeniny se pravidelně těží drapčikem. Hrubé předčištění je ochranná část, jejíchž účelem je chránit strojní zařízení ČOV před mechanickým poškozením. Zde jsou umístěny hrubé a jemné česle na nichž se z protékající vody zachycují hrubé nečistoty, které prošly lapákem štěrku. Tyto hrubé nečistoty se v praxi nazývají shrabky, jsou to převážně hadry, vlákna, obaly, zbytky jídel, plastické hmoty, kusy dřevin a různý domovní odpad, které se dostávají do kanalizace.

V lapáku písku se převážně zachycuje písek splavený z ulic, parků a komunikací, voda je trvale provzdušňována, aby se písek nadlehčil a oddělil se od organických nečistot, potom se písek v odstředivce z vody odloučí.

Usazovací nádrž slouží k odstranění ostatních nerozpuštěných látek, ty které jsou těžší než voda se usazují u dna ve formě kalu a naopak oleje a tuky plavou na hladině. Nerozpustné látky se shrabují ode dna i z hladiny UN. Surový kal se přečerpává do vyhřívaných vyhnívacích nádrží, kde se za nepřístupu vzduchu kal stabilizuje, methanové bakterie během čištění kalu produkují jako vedlejší produkt bioplyn, který se jímá do plynojemu a využívá k výrobě elektrické energie a vytápění technologií i provozních budov.

ČOV je v tomto ohledu energeticky soběstačná. V období deště je třeba zachytit mnohem větší množství vody přitékající do ČOV z městské kanalizace, k tomu účelu slouží dešťová zdž, zde se zachytí přívalové vody, po opadnutí lijáků se zachycená voda přečerpá zpět na začátek čistícího procesu. Voda zbavená mechanických nečistot postupuje dále k biologickému čištění.

### **Biologické způsoby čištění**

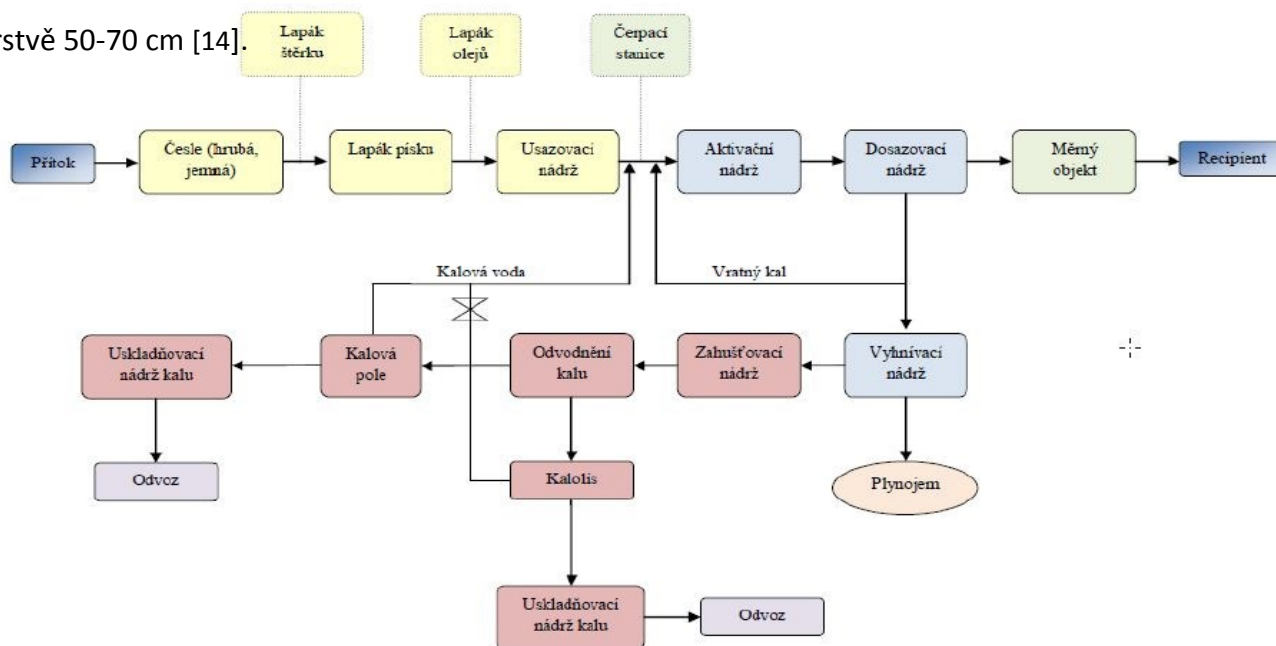
Biologické způsoby čištění vod napodobuje a intenzifikuje proces samočištění, které probíhá v přírodě. Rozpuštěné organické látky se z vody odstraňují činností mikroorganismů, především bakterií, které mají schopnosti čerpat živiny z odpaních vod. Bakterie smíchané se znečišťujícími látkami ve formě vloček tvoří tzv. aktivní kal, ten rozkládá organické znečištění ve vodě a přeměňuje ho na kysličník uhličitý a vodu.



Amoniakální dusík se v nádržích nitrifikace za pomoci bakterií obsažených v kalu a kyslíku nejprve přemění na dusitany a potom na dusičnany. V další fázi se s pomocí specifických bakterií v nádrži denitrifikace redukuje dusičnany na plynný dusík, který se odvětrává do atmosféry. Pro odstraňování ostatních chemických látek zejména fosforu se používá chemické srážení. V dosazovacích nádržích se aktivovaný kal nepřetržitě odděluje od vyčištěné vody. Větší část usazeného kalu se odčerpává zpět do procesu čištění tzv. regenerace, přebytek se odvádí do kalového hospodářství. Voda odtéká přepadem z hladiny dosazovacích nádrží. Pro zjištění účinnosti čištění jsou na přítoku a odtoku z čistírny instalovány vzorkovače, vyčištěná voda se vrací zpět do přírody v našem případě odtéká do řeky Olše.

Mezi základní postupy při biologickém čištění odpadních vod patří:

- 1) Využití přirozeně infikovaných kalů, jako jsou odpady z domácností nebo využití tzv. aktivačních kalů (obsahují směsné kultury mikroorganismů).
- 2) Biologické filtry (filtrační pole): mechanicky vyčištěná voda se napouští ve vrstvě 30-60 cm do zdrží (rybníků) a nechá se prosáknout půdou. Přefiltrovaná voda se odvádí drenáží. Aplikací této metody je použití znečištěných vod pro závlahy.
- 3) Biologické rybníky jsou přirozené rybníky, kde se využívá samočisticí schopnost vody ve vrstvě 50-70 cm [14].



Obrázek č. 6: Blokové schéma čistírny odpadních vod (ČOV)

## **2.4. Technické údaje o ČOV Karviná**

Odpadní vody, které do čistírny přitékají jsou přiváděny jednotou kanalizací z města Karviná. Jedná se o komunální odpadní vody z částí města Fryštát, Ráj, Nové Město, Mizerov a hranice. Dále jsou připojeny vody z občanské vybavenosti a odpadní vody místního průmyslu.

Čistírny odpadních vod Karviná je mechanicko-biologickým zařízením s nízkozátěžovou aktivací, s nitrifikací, předřazenou denitrifikací a se zvýšeným biologickým odstraňováním fosforu. Primární i přebytečný kal se stabilizuje mezofilním vyhníváním, vyhnitý kal je mechanicky odvodňován. Bioplyn se používá pro výrobu elektrické energie a tepla.

Na vtoku do ČOV jsou instalována vysoce výkonná čerpadla. Odpadní voda pak může ostatními objekty ČOV protékat samospádem a neprovádí se přečerpávání uvnitř ČOV. Čerpadla musí mít vysoký výkon, řazena jsou paralelně, aby při okamžité špičce přítoku nedocházelo k hromadění vody v přítokové kanalizaci. Musí být odolná vůči větším nečistotám a tedy schopná čerpat i velmi různorodé směsi látek. Celý provoz čistírny odpadních vod je ovládán pomocí jedné operátorské stanice, umístěné ve velínu. Řízení zajišťuje řídicí systém SIMATIC firmy Siemens [16].

Systém je navržen jako decentralizovaný, řídicí počítač se nachází ve velínu a podřízené stanice v jednotlivých rozvodnách. Obecně jsou pohony ovládány pomocí digitálních a analogových vstupů, které umožňují sledovat stav jednotlivých pohonů.

Na monitoru operátora se zobrazují údaje o provozu, například technologické schéma čistírny, nebo vybraného provozního souboru, přehled alarmů, poruch a technologických hlášení [16].

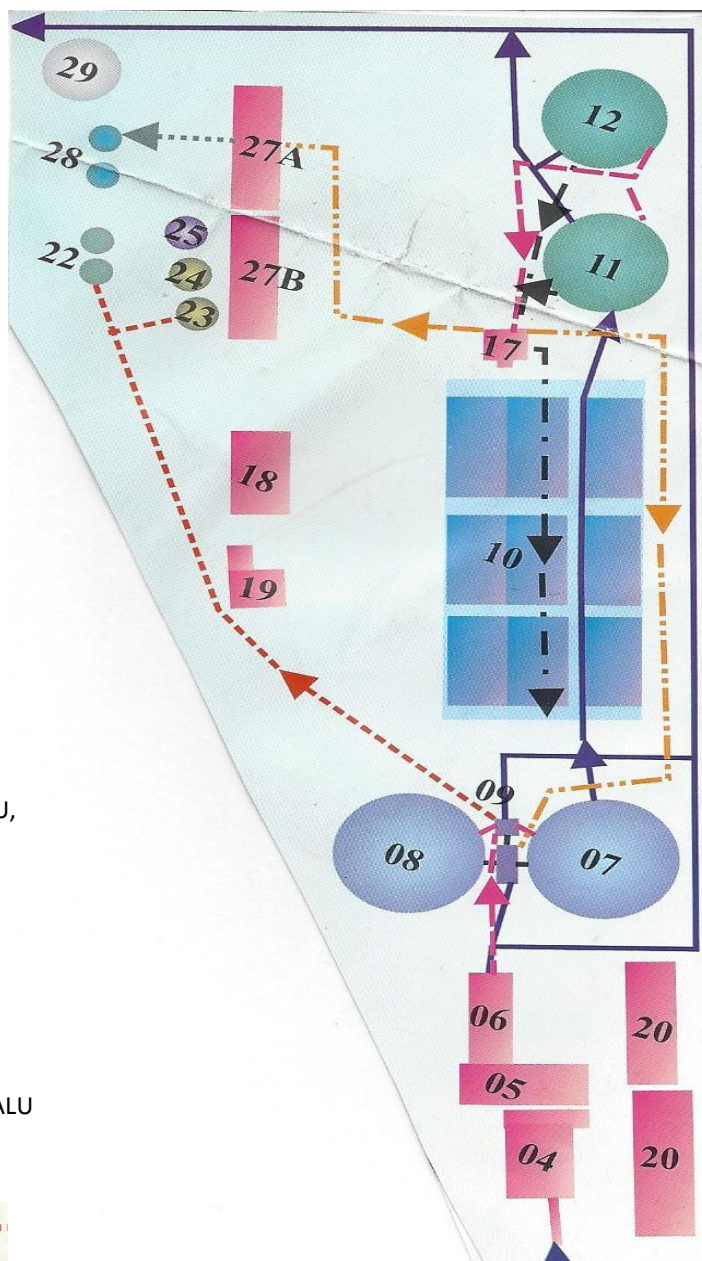
Celý systém umožňuje optimalizaci nákladů na spotřebu elektrické energie.

### Objekty ČOV:

- SO 04 VSUPNÍ ČERPAČÍ STANICE
- SO 05 HRUBÉ PŘEDČIŠTĚNÍ
- SO 06 LAPÁK PÍSKU
- SO 07, 08 USAZOVACÍ NÁDRŽE
- SO 09 ČERPAČÍ STANICE SUROVÉHO KALU
- SO 10 AKTIVACE
- SO 11, 12 DOSAZOVACÍ NÁDRŽE
- SO 17 ČERPAČÍ STANICE VRATNÉHO KALU
- SO 18 DMÝCHÁRNA
- SO 19 TRAFOSTANICE
- SO 20 PROVOZNÍ BUDOVA, GARÁŽE
- SO 22 ZAHUŠŤOVACÍ NÁDRŽ SUROVÉHO KALU,  
NÁDRŽE KALOVÝCH VOD
- SO 23, 24 VYHNÍVACÍ NÁDRŽE
- SO 25 USKLADŇOVACÍ NÁDRŽ
- SO 27 BUDOVA KALOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ
- SO 28 ZAHUŠŤOVACÍ NÁDRŽE VYHNITÉHO KALU
- SO 29 PLYNOJEM

### **LEGENDA:**

Kal surový	— — — — —
Kal plovoucí	— — — — —
Kal vratný	— . — . — .
Kal přebytečný	— — — — —
Kal vyhnitý	— . . . . .
Tok vody (obtok)	— — — — —



brázek č. 7: areál ČOV

Lokalizace ČOV: souřadnice GPS: X = 1099641 Y = 453133, katastrální území Staré Město u Karviné.

## Hrubé předčištění

Hrubé předčištění je primárním čištěním, zde se odstraňují látky makroskopické, které by nám mohly způsobit zanášení dalších objektů ČOV. Myslíme tím látky vznášející částice, nebo částice sunoucí se po dně (písek). Částice natékají do spojné komory přes lapák štěrku a hrubé česle do vstupní čerpací stanice. Ta je osazena 4 kusy čerpadel FLYGT a slouží k čerpání vody do žlabů hrubého čištění. Poté odpadní voda protéká celou linkou gravitačně. Přes dvoje jemné česle Hydropress se voda dostává do dvoukomorového provzdušňovaného lapáku písku osazeného provzdušňovacími elementy. Písek zachycený v lapácích písku se ukládá na skládky.



Obrázek č. 8 :Ponorné čerpadlo  
Flygt – Bibo (Ilustrační obrázek)



Obrázek č. 9 : Hrubé česle pro  
vysoké průtoky



Obrázek č.10 : lapák štěrku, vstupní čerpací stanice

## Mechanické předčištění

Je v karvinské čistírně zajišťováno dvěma kruhovými usazovacími nádržemi o průměru 33,25m s celkovým objemem 5728 m<sup>3</sup>. Surový kal z usazovacích nádrží je shromažďován v čerpací stanici surového kalu a odtud přepouštěn do vyhnívacích nádrží, nebo do zahušťovací nádrže surového kalu, v kalové jímce je kal zahušťován pomalým mícháním.[36] Mechanický stupeň ČOV slouží k odstranění znečišťujících látek, které jsou za normálních podmínek schopny sedimentovat, popřípadě k sedimentaci látek, které vznikly jako produkty procesu chemického srážení odpadních vod.



Obrázek č.11: usazovací nádrž

## Biologické čištění

Aktivace se skládá ze tří koridorů, dvou technologicky vstrojených. Celkový objem aktivace činí 9390 m<sup>3</sup>. Za přítokovým žlabem je první část koridorů vyčleněna pro anaerobii a je osazena míchadly. Z anaerobie odtéká aktivační směs do denitrifikace osazené míchadly, přičemž její část lze provzdušňovat jemnobublinnými elementy.

Nitrifikační část je rovněž osazena bublinnými elementy, tlakový vzduch pro provzdušňování dodávají dmýchadla s frekvenčním měničem. Dodávka vzduchu je řízena v závislosti na koncentraci kyslíku v nitrifikaci.



Anaerobní recykl zajišťují dvě čerpadla s frekvenčními měniči. Z aktivace je voda vedena do dvou dosazovacích nádrží s flokulačním válcem a obvodovým žlabem se Stamfordským deflektorem. Průměr nádrží je 33,25 m, celkový objem 5728 m<sup>3</sup>. U aktivace je umístěna čerpací stanice pro vnitřní a vnější recirkulaci kalu, kterou zajišťují čtyři čerpadla s frekvenčními měniči. Recykly kalů jsou přečerpávány z rozdělovacího objektu čerpací stanice do aktivační nádrže. Z čerpací stanice je dále odváděn přebytečný kal k zahušťování, případně do rozdělovacího objektu u usazovacích nádrží.

Biologické čištění slouží k odstranění znečišťujících látek, které jsou rozpuštěny nebo rozptýleny v odpadních vodách takže nejsou schopny sedimentace. Principem je biologická kultura mikroorganismů, která tyto látky z vody, v rámci svých životních procesů, získává jako stavební látky a zdroj energie a která je od vyčištěné odpadní vody oddělitelná jednoduchým fyzikálním postupem (obvykle sedimentací).

### **Kalové hospodářství**

Čistírenský kal obsahuje mnoho organických látek, které podléhají snadno hnilobnému rozkladu za tvorby páchnoucích látek. Proto je zapotřebí u kalu snížit obsah těchto snadno biologicky rozložitelných látek. Lze to provést buď aerobní stabilizací, nebo anaerobním procesem. Kromě toho lze anaerobní procesy využít při čištění některých koncentrovaných odpadních vod. Tato část technologické linky je tvořena dvěma vyhnívajícími a jednou uskladňovací nádrží, dále potom jednou zahušťovací nádrží surového kalu, jednou nádrží kalových vod a dvěma zahušťovacími nádržemi vyhnílého kalu. Vyhnílý kal je zahušťován na rotačním zahušťovači. Primární kal se zahušťuje sedimentací, aktivovaný kal strojně nebo flotací.



Obrázek č. 5: dmýchárna

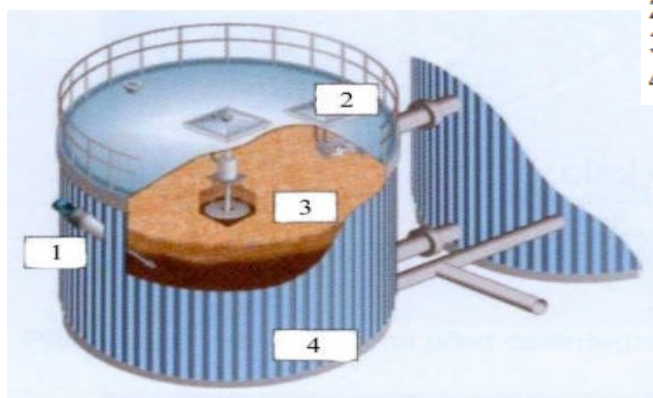
Po zahuštění se tyto kaly zpracovávají společně. Surový kal obsahuje velké množství hygienicky závadných látek. Proto se požaduje, aby byl čistírenský kal před jeho odvedením mimo ČOV stabilizován. Stabilizaci kalu dosáhneme zlepšení:

- hygienických vlastností
- sezorických vlastností

U biologických způsobů stabilizace se dosáhne zlepšení:

- fyzikálních vlastností
- snížení hmotnosti sušiny
- při anaerobní stabilizaci lze získat energeticky hodnotný bioplyn [16].

V konečné etapě zpracování kalů se dají použít, jako hnojiva, dále ke skládkování a zpracování do stavebních materiálů [16].



- 1 – Boční provzdušňovač, zároveň pomáhá i míchání nádrže
- 2 – Řezací zařízení určené k regulaci výšky pěny na hladině
- 3 – Centrální provzdušňovač a míchací zařízení
- 4 – Uzavřená tepelná nádrž

Obrázek č.12: schéma uspořádání reaktoru [5]

## **Plynové hospodářství**

Součástí celého procesu čištění je anaerobní stabilizace primárního a přebytečného kalu ve vyhnívacích nádržích, zahuštění kalu v zahušťovacích nádržích s následným odvodněním na odstředivce. Vznikající bioplyn při procesu vyhnívání kalů je akumulován v plynojemu a následovně spalován v kogenerační jednotce. Bioplyn, vzniklý při anaerobním vyhnívání kalu, se jímá v suchém ocelovém plynojemu o objemu 1500m<sup>3</sup>, ovlivňuje ho celá řada faktorů. Nejdůležitějšími jsou teplota, pH, složení kalu.

## Vliv teploty:

Spodní hranicí pro metanizaci je  $6^{\circ}\text{C}$ . Při této teplotě se proces prakticky zastavuje. Vyšší teplota příznivě ovlivňuje rychlost anaerobních pochodů. Podle zvolené teploty se rozlišuje methanizace:

1. Kryofilní - do teploty  $20^{\circ}\text{C}$ .
2. Mezofilní - při teplotách cca  $27 - 37^{\circ}\text{C}$ .
3. Termofilní - při teplotách cca  $45 - 60^{\circ}\text{C}$  [17].

Jeho využití: pro kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla

pro výrobu tepla v plynové kotelně

Pro míchání kalu ve vyhívající nádrži



Obrázek č. 13: dešťová zdrž na ČOV



Obrázek č. 14: konstrukce DZ



Obrázek č. 15: sanace karvinského potoka



### 3. Sledované ukazatele kvality vod

Na základě legislativních předpisů (NV 61/2003 Sb. v platném znění příloha .č. a Rozhodnutí vodoprávního úřadu v Karvině) jsou sledovány tyto parametry a pro vypouštěné OV platí tyto limity

Kategorie ČOV (EO)	CHSK <sub>Cr</sub> [mg/l]	BSK <sub>5</sub> [mg/l]	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l]	N <sub>celk</sub> <sup>3)</sup> [mg/l]	P <sub>celk</sub> [mg/l]
< 500	70	80	-	-	-
500 - 2 000	70	80	50	-	-
2 001 - 10 000	75	85	60	-	70 <sup>5)</sup>
10 001 - 100 000	75	85	-	70	80
> 100 000	75	85	-	70	80

Tab. č. 3: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod

- Účinnost čištění vztažená k zátěži na přítoku do čistírny odpadních vod.
- Celkový dusík je ukazatel, který zahrnuje všechny formy dusíku.

#### 3.1 Přehled a charakteristika sledovaných ukazatelů:

##### CHSK

Hodnota CHSK, slouží jako návrhový parameter pro project technologie ČOV, je jedním z nejdůležitějších ukazatelů hodnocení vypouštěných odpadních vod do vod povrchových a také kvality povrchových toků. CHSK je třeba provádět podle přesně daných postupů uvedených v normě ČSN ISO 15 705.[18] Je zaveden jako množství kyslíku, které se za přesně definovaných podmínek spotřebuje na oxidaci ve vodě přítomných zejména organických látek a je tedy ukazatelem úrovně jeho znečištění. Stanovení slouží především k informaci o celkové koncentraci látek organických, vliv oxidace určitých anorganických látek lze vhodně voleným postupem vyloučit. V praxi se oxidace provádí silně kyselými roztoky K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> nebo KMnO<sub>4</sub> při vyšších teplotách. Výsledek stanovení se udává v množství kyslíku, které je ekvivalentní spotřebě použitého oxidačního činidla a vyjadřuje se v mg/litr nebo v g/m<sup>3</sup>.

Vysokými hodnotami CHSK se vyznačují zejména splaškové vody, vody ze zemědělské výroby, z potravinářského, kosmetického průmyslu, aj. [19]

### **BSK**

Neboli hlavním souhrnným ukazatelem míry biologicky odbouratelného znečištění odpadních vod. Vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách. Je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku spotřebovaného za určitý časový interval mikroorganismy při biochemickém rozkladu organických látek ve vodě. Anaerobní mikroorganismy využívají organických látek jako zdroje energie a zdroje uhlíku pro syntézu zásobních látek a nových buněk. Je nejvýznamnější složka pro posuzování kvality splaškových odpadních vod. Vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v odpadních vodách. Biochemická spotřeba kyslíku (v starší literatuře označovaná i jako biologická spotřeba kyslíku) je rovna množství rozpuštěného molekulárního kyslíku spotřebovaného za určitý časový interval mikroorganismy při biochemickém rozkladu organických látek ve vodě. Aby při zjišťování hodnoty BSK nedocházelo k fotosyntetické asimilaci, stanovuje se BSK<sub>n</sub> ve tmě při konstantní teplotě 20° C [20].

### **P – Fosfor**

V surové odp. vodě se vyskytuje ve formě anorganických fosforečnanů (cca 30%), komplexních polyfosforečnanů a org. vázaný. Dále se může vyskytovat v rozpuštěné a nerozpuštěné formě. Zdrojem polyfosforečnanů jsou zejména prací a apretační prostředky, organicky vázaný fosfor je produktem biologických procesů. Degradací organických látek či hydrolýzou polyfosforečnanů (a to již ve stokové síti nebo při mechanickém čištění) se veškerý fosfor transformuje na formu orthofosforečnanů. Při biologickém čištění odpadních vod dochází vždy k částečnému odstraňování fosforu z odpadních vod, neboť tento nutrient je součástí nově syntetizované biomasy odstraňované jako přebytečný kal. V aktivovaném kalu z konvenčních čistíren je obsah fosforu v sušině okolo 2 %. V biocenóze aktivovaného kalu se však nalézají i bakterie schopné zvýšené akumulace fosforu do buněk. Tyto bakterie jsou souhrnně označovány jako poly-P bakterie.[21] Zdroje výskytu fosforu mohou být například splachy obhospodařovaných půd, dále také splaškové vody ze sídlišť.

P je indikátor fekálního znečištění. Světový průměr obsahu iontů  $\text{PO}_4^{3-}$ , je 0,07 mg/l. S rostoucí koncentrací vzniká u povrchových vod tvorba řas a sinic [22].

**V podzemních vodách** se fosforečnany vyskytují zcela výjimečně, protože jsou dobře vázány v půdách, kde s kationty  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  a jinými vytvářejí ve vodě poměrně málo rozpustné sloučeniny. Obsah fosforu v podzemních vodách je 0,02-0,03 mg/l.

**V povrchových vodách** je obsah sloučenin fosforu podstatně vyšší. Jeho zdrojem jsou právě splachy z polí. Jinak sloučeniny fosforu jsou v půdě dobře vázány a roční únik činí asi 0,5-1 kg fosforu z plochy 1 ha.

Kromě tenzidů mohou být zdrojem sloučenin fosforu v povrchových vodách i produkty rozpadu rostlinných a živočišných organismů. Obsah iontů  $\text{PO}_4^{3-}$  v povrchových vodách je několik desetin mg/l. Světový průměr je 0,07 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$ .

Vyšší koncentrace fosforečnanů v povrchových vodách jsou nežádoucí, z důvodů podpory růstu sinic a řas. Fosforečnany spolu s ostatními základními rostlinnými živinami, tj. sloučeninami dusíku, draslíku a vápníku, jsou jednou z příčin tzv. eutrofizace povrchových vod, tj. zvyšování koncentrace živin pro rostliny ve vodách.

V průběhu biologického čištění dojde k hydrolýze polyfosfátů a částečně i k rozkladu org. látek, takže o- fosforečnany představují na odtoku z ČOV asi 80 – 85% celkového P [22].

## **N - Dusík**

Patří mezi důležité makrobiogenní prvky ze skupiny nutrietů. V procesu při čištění odpadních vod se uplatňuje ve všech biologických procesech. Je v odpadních vodách přítomen jak ve formě organických sloučenin, tak v anorganických formách, a to amoniakové, dusitanové, dusičnanové. Amonné soli tvoří převážnou většinu anorganicky a organicky vázaného dusíku, asi přibližně 60 %.

Kromě toho, že dusík slouží jako živina pro růst řas, zvyšuje obsah amonných sloučenin v odpadních vodách také spotřebu kyslíku. Kyslík je spotřebován při procesu zvaném nitrifikace, kdy nitrifikační bakterie oxidují amonné ionty na dusičnany, což je provázáno značnou spotřebou kyslíku.

Spotřeba kyslíku při nitrifikaci představuje téměř pětinasobek množství amonných iontů a řádově je zhruba stejná jako potřeba kyslíku na oxidaci organických látek v odpadních vodách. Procesy odstraňování znečišťujících látek vykazujících spotřebu kyslíku tedy zahrnují i nitrifikaci [23].

### **Proč vadí ve vyčištěných vodách N a P?**

N a P nejsou žádnou novinkou, ale v průběhu období se měnily. odstraňování obou nutrientů tj. dusíku a fosforu biologickou cestou na ČOV je velmi obtížný úkol, neboť mikroorganismy odstraňující dusík vyžadují jiné podmínky, než bakterie, které odstraňují z odp. vod fosfor[24].

Nitrifikační organismy rostou pomalu a vyžadují delší dobu zdrení v aktivaci a větší stáří kalu v aktivaci. Vyšší stáří kalu však snižuje aktivitu denitrifikačních organismů, ale i bakterií akumulujících fosforečnany.

Protože při posuzování čistícího efektu mluvíme o snížení organického znečištění, vyjádřeného úbytkem BSK 5 v odp. vodách.

Uvedu příklad z praxe jestliže na ČOV přitéká odpadní voda s 300 mg/l BSK5 a ČOV čistí na 90 %, potom do řeky je vypouštěno zbytkové znečištění 30 mg/l BSK 5, s čímž se řeka vypořádá pomocí samočistících schopností.

Ovšem na ČOV přitéká s P také N. Na běžné ČOV se odstraní max. 25% P a až 50% N, oba prvky jsou důležité pro rozmnožování mikroorganismů [15].

Větší část P a N se dostává s vyčištěnou vodou do řek a jezer a způsobuje tzv. Eutrofizaci. Pro vysvětlení: slovo eutrofizace pochází z řecka, kde předpona eu – znamená dobro, blaho a trofický znamená slovo spojené s výživou rostlin. Ve finále jsou tedy P a N hnojivem, které podporuje růst rostlin v řekách, které když odumřou opět znečišťují vodu. Obsah P v odp. vodách zvyšují prací prostředky. Na jednoho obyvatele a den připadá v odp. vodách 60 g BSK5, 11g N a 2,5g P.

Biologické odstraňování obou nutrientů P,N biologickou cestou na ČOV je velmi obtížný úkol, neboť mikroorganismy odstraňující N vyžadují jiné podmínky než-li bakterie odstraňující z odp.vody P.

Nitrifikační organismy rostou pomalu, vyžadují delší dobu zdržení v aktivaci a větší stáří kalu v aktivaci. Vyšší stáří kalu však snižuje aktivitu denitrifikačních mikroorganismů, ale i bakterií akumulujících fosforečnany.

## **N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> amoniakální dusík**

Amoniakální dusík patří mezi zvláštní ukazatele chemického složení povrchových vod, podle nichž se povrchové vody řadí do tříd čistoty. Rovněž při vypouštění odpadních vod do povrchových patří obsah amoniakálního dusíku k závazným ukazatelům. Obsah amoniaku je sledován v surové splaškové vodě, ve většině průmyslových odpadních vod a při kontrole provozu i účinnosti biologického čištění odpadních vod. Obsah amoniakálního dusíku je nedílnou součástí dusíkové bilance přírodních i odpadních vod. Jeho stanovení patří mezi nejběžnější prováděná stanovení vody a to ve všech typech vod [24].

### **Proč vadí ve vyčištěné odpadní vodě amonné ionty NH<sub>4</sub><sup>+</sup>?**

Protože městská odpadní voda bývá na vtoku do ČOV znečištěna přibližně 300 mg/l BSK<sub>5</sub> a má 30 mg/l NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Amonné ionty NH<sub>4</sub><sup>+</sup> přeměňují bakterie, nejprve na dusitany NO<sub>2</sub><sup>-</sup> a dále na dusičnany NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. K tomu potřebují rozpuštěný kyslík z vody. Na úplnou přeměnu 1 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> na dusičnany NO<sub>3</sub><sup>-</sup> je potřeba 4,25 mg O<sub>2</sub>.

To znamená, že k dočištění 1l vody mikroorganismy v řece potřebují 30 mg rozpuštěného O<sub>2</sub> pro BSK<sub>5</sub> a 27x4,25=114,75 mg rozpuštěného O<sub>2</sub> pro NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, celkem je to tedy 145 mg O<sub>2</sub>. Z uvedeného příkladu je vidět, jak značné množství rozpuštěného O<sub>2</sub> odebírají bakterie v řece pro přeměnu amonných iontů na dusičnany.

Chceme-li tokům pomoci, nestačí zvláště u velkých ČOV odstraňovat z odpadní vody org. znečištění, ale je nutno odstraňovat na ČOV NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ionty, což se provádí v upravené aktivaci, kde probíhá v jedné části nitrifikace a v jiné denitrifikace.

V práci jsem se s pojmy nitrifikace a denitrifikace, téměř nezaobírala a nyní si dovolím popsat jednoduše jejich princip:

Ve všech částech aktivace, která je rozdělena na anaerobní, anoxickou (denitrifikační) a oxickou (nitrifikační) část, probíhá odbourávání organických uhlikatých látek tj. BSK<sub>5</sub> a CHSK. Nitrifikace vyžaduje, aby se při poklesu teploty aktivací směsi zvyšovalo anaerobní stáří kalu v aktivaci a při minimální teplotě bylo cca 12 dnů. Kdyžto u odbourávání dusičnanů vzniklých při nitrifikaci z NH<sub>4</sub><sup>+</sup> probíhá při denitrifikaci.

Takže pokud se prodlouží doba zdržení odpadní vody v aktivaci, dochází k přeměně amonných iontů ( $\text{NH}_4^+$ ) na dusičnany. Přeměnu provádějí speciální bakterie, které se v aktivaci rozmnoží. Potřebný rozpuštěný kyslík (na  $1 \text{ mg } \text{NH}_4^+ = 4,25 \text{ mg}$  rozpuštěného  $\text{O}_2$ ) dodávají provzdušňovací zařízení. Z  $1 \text{ mg } \text{NH}_4^+$  vzniká  $3,4 \text{ mg } \text{NO}_3^-$ . A jestliže v odpadní vodě je přítomno  $30 \text{ mg } \text{NH}_4^+$  a  $10 \text{ mg } \text{NO}_3^-$ , přibude ve vyčištěné vodě k původním  $10 \text{ mg/l } \text{NO}_3^-$  ještě  $30 \times 3,4 = 102 \text{ mg/l}$ , to znamená, že by z ČOV odtékalo  $102 \text{ mg/l}$  dusičnanů do toků. Dusičnany mají hnojivovou hodnotu, díky které podporují růst rostlin v řekách a růst vodního květu v nádržích. Proto zařazujeme do první části aktivace tzv. denitrifikaci.

Do této části nádrže přitéká odpadní voda z usazovací nádrže, recirkuluje se vyčištěná odpadní voda s vráceným kalem v množství troj i více násobné než je přítok. Tato část je buď promíchávána dmíchlady, nebo stlačeným vzduchem v takovém množství, aby koncentrace rozpuštěného kyslíku nepřekročila hodnotu  $0,5 \text{ mg/l}$  spíše, aby se blížila k nule. V tomto případě mají mikroorganismy na vybranou: buď v nedostatku rozpuštěného kyslíku odumřou, nebo si pro přežití berou kyslík z dusičnanů. Při spotřebě kyslíku z  $\text{NO}_3^-$  se uvolňuje plynný dusík  $\text{N}_2$  a uniká do atmosféry. Odpadní voda se takto zbavuje dusíkatých látek [25].

## **4. metody hodnocení účinnosti**

Monitoring slouží ke sledování stavu povrchových a podzemních vod. Na základě zjištěných výsledků a po jejich vyhodnocení jsou v případě potřeby navrhována opatření s cílem dosáhnout dobrého stavu vod, popř. dobrého ekologického potenciálu – viz plánování v oblasti vod. V dalším kroku slouží monitoring jako kontrola účinnosti provedených opatření. Většina vod je monitorována v souladu se Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky [26].

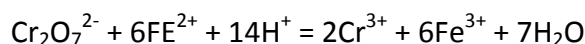
### **4.1. Účinnost odstranění organického znečištění $\text{BSK}_5$**

Tato metoda se zakládá na stanovení obsahu rozpuštěného kyslíku v dopředu upravovaném vzorku vody nultého a pátého dne inkubace. Úpravou vzorku se rozumí vytemperování roztoku na teplotu inkubace, nasycení vzorku kyslíkem, případně zředění vody. Vzorek vody obsahující aerobní mikroorganismy se nechá v uzavřené nádobě v pokoji při teplotě  $20^\circ\text{C}$  bez přístupu vzduchu a světla. Výsledky stanovení  $\text{BSK}_5$  se vyjadřují  $\text{mg}$  kyslíku na  $\text{litr}$  vody. Hodnota  $\text{BSK}_5$  je jedním z ukazatelů, podle kterých se třídí povrchové vody z hlediska čistoty.

Stanovují se také v splaškových odpadních vodách, v odpadních vodách z potravinářského průmyslu. Je důležitým kontrolním ukazatelem správného chodu biologických čistíren. Rychlost rozkladu je závislá na teplotě – s rostoucí teplotou se tato rychlost zvyšuje. Při stanovení biochemické spotřeby kyslíku se volí standardní teplota 20°C a doba inkubace 5 dnů, kdy však ještě není veškerá biologicky rozložitelná hmota rozložena. Označení je BSK<sub>5</sub> a vyjádření výsledku v mg/l [27].

#### **4.2. Účinnost odstranění organického znečištění CHSK**

Je mírou celkového obsahu organických látek ve vodě a tím také důležitým ukazatelem organického znečištění vody. Pro všechny typy vod se používá oxidace dichromanem v silně kyselém prostředí kyseliny sírové při dvojhodinovém varu, při čemž probíhá reakce.



Nevýhodou dichromnovou metodou na stanovení CHSK ve velmi čistých vodách je špatná reprodukovatelnost stanovení. Proto se pro tyto vody stále používá méně účinná manganistová metoda.

Pro stanovení CHSK odpadních vod na celém světě se používá výhradně dichromová metoda. Výsledek chemické spotřeby kyslíku udávaný v kyslíkovém ekvivalentu je srovnatelný s výsledkem BSK při biochemickém čištění odpadních vod [28].

#### **4.3. Účinnost odstranění dusíku**

Dusičnany se stanovují ve všech typech vod, především spektrofotometricky. Spektrofotometrická metoda se salicylanem sodným se zakládá na nitraci kyseliny salicylové dusičnanmi v prostředí koncentrované kyseliny sírové, nebo trichloroctové za vzniku žlutobarevných solí kyseliny nitrosalicylové. Na fotometrické stanovení dusičnanů se často používá také jejich reakce v kyselém prostředí kyseliny sírové za vzniku žlutobarevných nitrosloúčenin. Při vypouštění odpadních vod do povrchových patří obsah dusičnanů k závazným ukazatelům [29].

#### **4.4 Účinnost odstranění fosforu**

Základními formami výskytu fosforu v odpadních vodách jsou orthofosforečnany, polyfosforečnany, a organicky vázaný fosfor ( $\text{P}_{\text{org}}$ ). Zdrojem polyfosforečnanů jsou zejména

prací a apretační prostředky, organicky vázaný fosfor je produktem biologických procesů. Degradací organických látek či hydrolýzou polyfosforečnanů (a to již ve stokové síti nebo při mechanickém čištění) se veškerý fosfor transformuje na formu orthofosforečnanů. Při biologickém čištění odpadních vod dochází vždy k částečnému odstraňování fosforu z odpadních vod, neboť tento nutrient je součástí nově syntetizované biomasy odstraňované jako přebytečný kal. V aktivovaném kalu z konvenčních čistíren je obsah fosforu v sušině okolo 2 %. V biocenóze aktivovaného kalu se však nalézají i bakterie schopné zvýšené akumulace fosforu do buněk. Je-li třeba odstraňovat z odpadní vody fosfor, musí být vytvářeny podmínky příznivé pro tyto poly-P bakterie. Pokud se podaří navodit mechanismus zvýšeného biologického odstraňování fosforu, může obsah fosforu v sušině aktivovaného kalu dosahovat až 9 – 10 %. Samostatně nebo v kombinaci s biologickým odstraňováním je možné použít rovněž chemické srážení fosforu dávkováním železnatých, železitých nebo hlinitých solí. Srážecí činidla jsou nejčastěji aplikována před usazovací nádrž (do lapáku písku nebo do přítoku do usazovací nádrže) nebo do aktivační směsi před dosazovací nádrž (do vratného kalu, do přítoku do aktivační nádrže) [30].

V analýze vod přichází nejčastěji do úvahy stanovení anorganických ortofosforečnanů absorpční spektrofotometrií. Jako redukční činidlo se používá kyselina askorbová. Celkové množství fosforu je možno stanovit gravimetricky po mineralizaci vzorky v přítomnosti MgO vysrážením molybdenanem amonným. V praxi se fosfor stanovuje redukcí komplexu kyselinou askorbovou vzniká intenzivně zbarvený komplex molybdenové modře. Koncentrace přítomných orthofosforečnanů se stanoví po změření absorpce tohoto komplexu. Polyfosforečnany a některé organofosfátové sloučeniny se stanoví po hydrolytickém působení kyseliny sírové, kdy jsou převedeny na orthofosforečnan, který reaguje s molybdenanem. Četné sloučeniny s organicky vázaným fosforem lze převést na orthofosforečnan mineralizací peroxodisíranem. Mineralizace směsí kyseliny dusičné a sírové se používá v případě potřeby razantnějšího účinku. Z odpadních vod lze fosfor odstranit metodami fyzikálně chemickými a biologickými [31].

Odstanění fosforu je nejefektivnější, když je pH mezi 7,5-8 [32].



#### 4.5. Účinnost odstranění amoniakálního dusíku

Vyskytuje se ve všech druzích vod. Amoniakální dusík patří mezi parametry podle nichž se členění povrchové vody do tříd čistoty. Amoniakální dusík je nedílnou součástí dusíkové balance přírodních i odpadních vod. Nejčasteji se ke stanovení používá absorpční spektrofotometrická metoda s Nesslerovým činidlem, toto stanovení je založeno na reakci amoniaku a hydroxide alkalických kovů. Vzniklá báze vytváří koloidní žlutohnědé roztoky, jejichž intenzita se měří spektrofotometricky. Výsledky se vyjadřují v mg/l. Limity u povrchových vod je  $0,64 \text{ NH}_4^+ \text{ mg/l}$  [33].

#### 4.6. Účinnost odstranění nerozpuštěných látek

Nerozpuštěné látky (NL) patří mezi základní ukazatele odpadních vod. Pokud je ve vodě jejich velké množství, dochází k zanášení toků a zakalení vody čímž se voda znehodnocuje. Nerozpuštěné látky jsou definovány jako tuhé látky, které se dají odstranit filtrací nebo odstředěním za určených podmínek [34].

Principem stanovení nerozpustných látek je, že vzorek vody, který je odebraný do skleněné vzorkovnice se filtruje v zařízení pro vakuovou filtraci. Filtr se suší při  $105^\circ \text{C}$  po dobu dvou hodin. Po vysušení se zadržené látky na filtru zváží [35].

#### Vysvětlení:

Červená přímka, protínající v grafech sloupcové hodnoty z osy X, je vládní nařízení č. 61/2003 Sb. je limitní hodnotou při posuzování účinnosti ČOV.

Uvádím průměrné roční hodnoty z jednotlivých let.

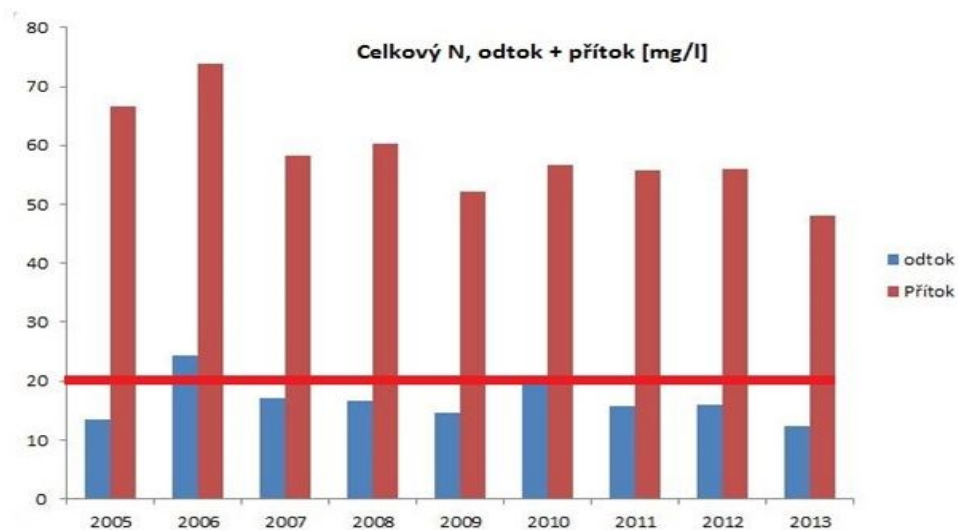
Velmi nepříznivě se na stavu kanalizace a celkové účinnosti čištění odp. vod podepsalo poddolování, stokami je odváděno velké množství balastních vod, což způsobuje hydraulické přetížení ČOV, nepříznivé nařezávání splašků a horší účinnost biologického procesu ČOV.

Naštěstí řada významných producentů, zejména biologicky obtížně čistitelných odp. vod má vybudovanou vlastní čov, nebo alespoň předčištění (viz. Elektrárna Dětmarovice a většina dolů OKD, využívajících k čištění odkaliště).

#### 4.4.1. Tabulkové a grafické znázornění

##### CELKOVÝ N [mg/l]

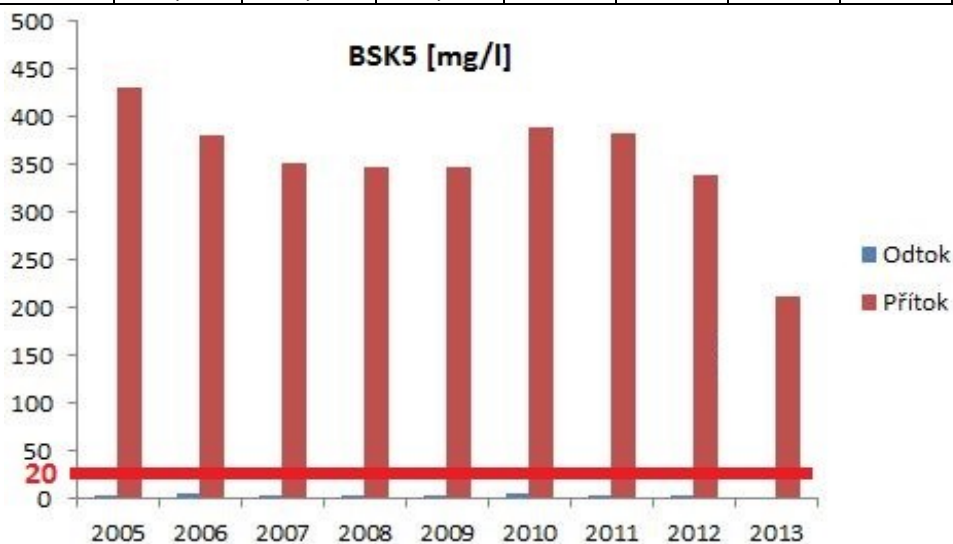
ROK	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ODTOK [mg/l]	13,37	24,3	17,1	16,6	14,7	20	15,8	16	12,35
PŘÍTOK [mg/l]	66,6	73,9	58,2	60,2	52,1	56,6	55,8	56	48,1



Obrázek č. 16: graf celkového dusíku udávané v [mg/l]

##### BSK<sub>5</sub> [mg/l]

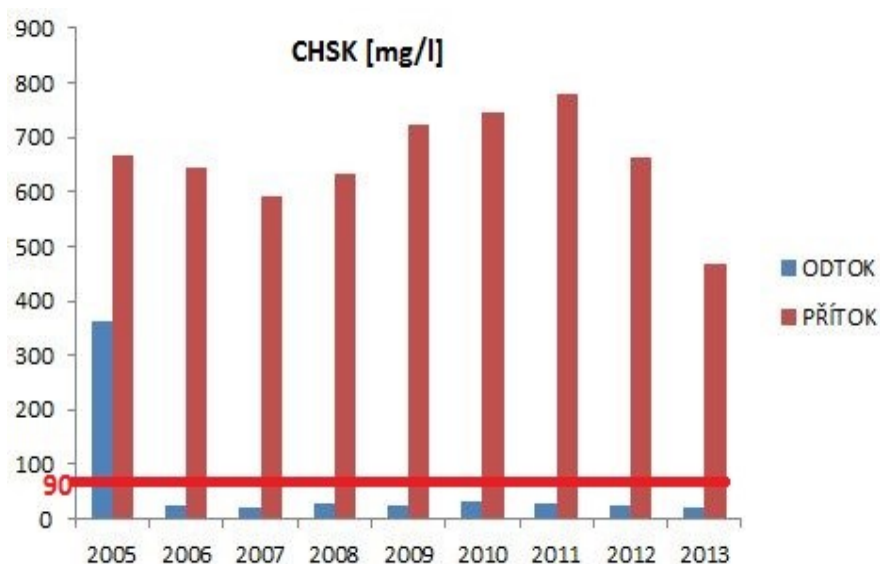
ROK	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ODTOK [mg/l]	3,6	4,5	2,9	3,2	2,7	4,9	3,8	3,1	2,1
PŘÍTOK [mg/l]	430,000	380,000	351,000	347,000	348	389	383	338	212



Obrázek č. 17: graf celkového BSK<sub>5</sub> udávané v [mg/l]

### CHSK [mg/l]

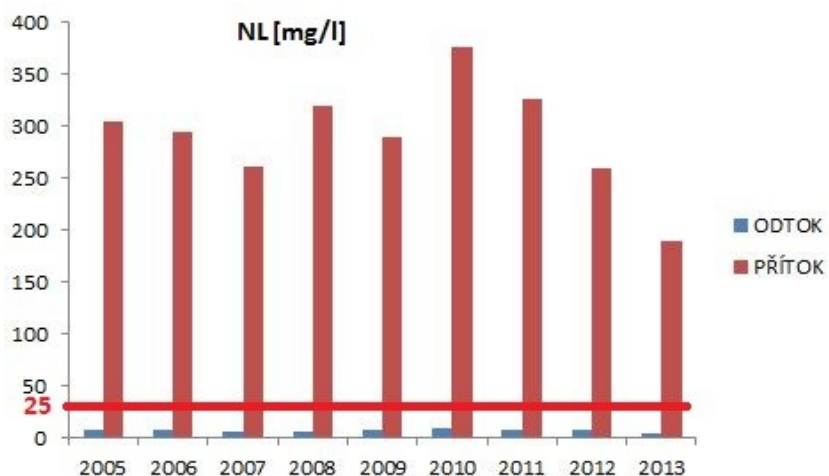
ROK	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ODTOK[mg/l]	364	23,3	22,4	28,8	25,9	31,9	28,3	25,9	19,6
PŘÍTOK[mg/l]	668	645	592	631	722	746	780	661	467



Obrázek č. 18: graf celkového CHSK udávané v [mg/l]

### NL [mg/l]

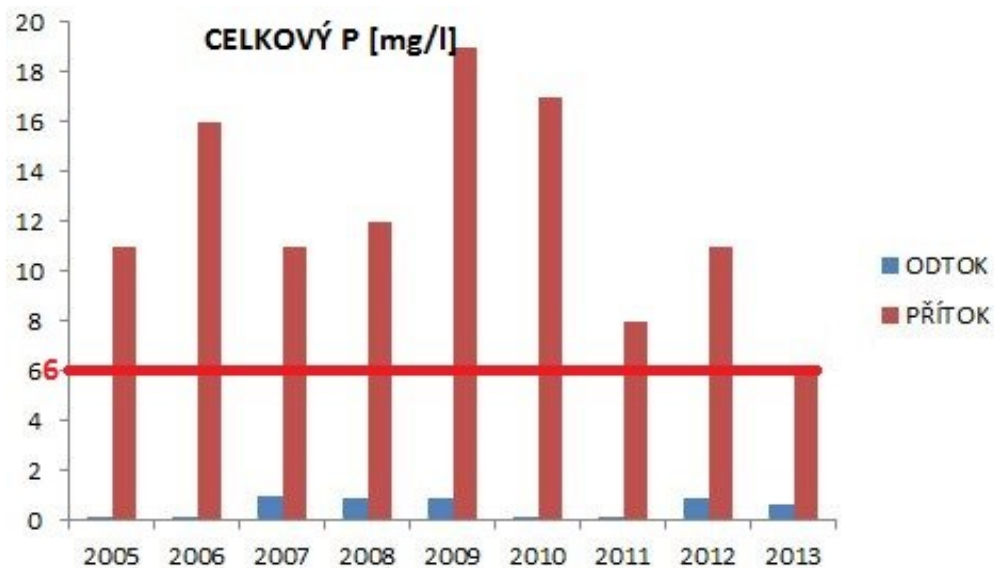
ROK	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ODTOK[mg/l]	7,6	7,5	6,6	6,7	7,1	9,8	7,5	7,3	4,2
PŘÍTOK[mg/l]	305	294	262	319	290	377	327	260	190



Obrázek č. 19: graf nerozpuštěných látek udávané v [mg/l]

### CELKOVÝ P [mg/l]

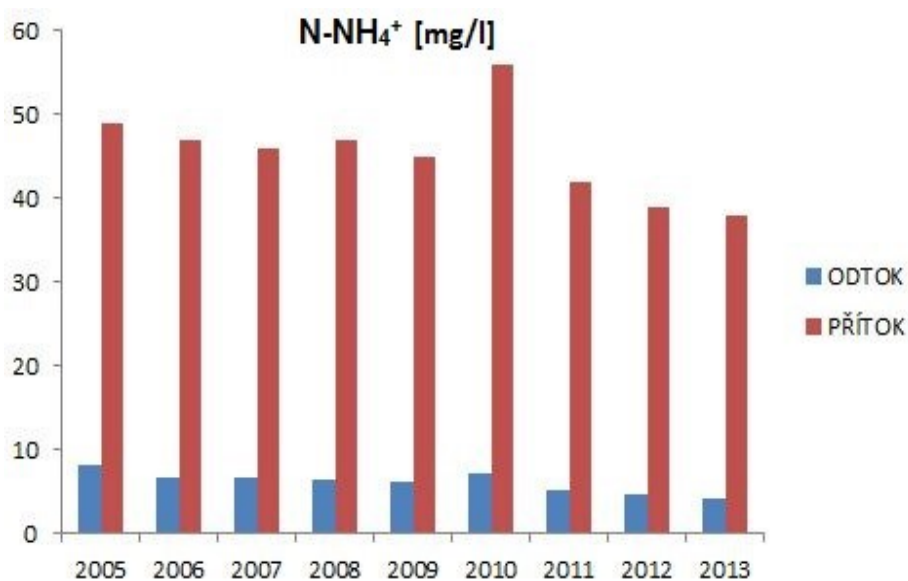
ROK	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ODTOK[mg/l]	0,123	0,106	0,96	0,88	0,87	0,103	0,102	0,92	0,615
PŘÍTOK[mg/l]	11	16	11	12	19	17	8	11	6,03



Obrázek č. 20: graf celkového fosforu udávané v [mg/l]

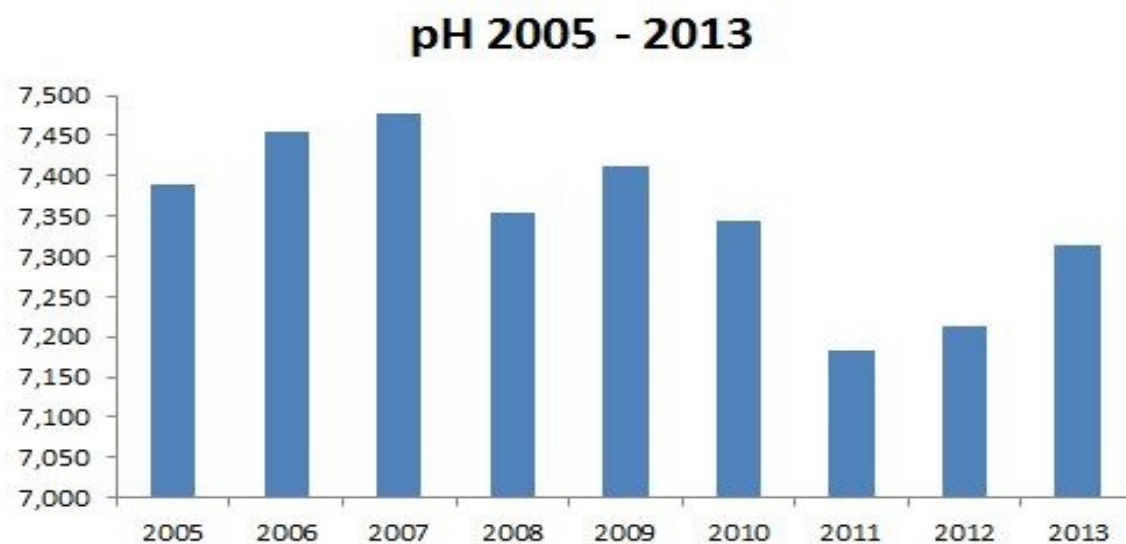
### N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> [mg/l]

ROK	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ODTOK[mg/l]	8,2	6,6	6,6	6,5	6,2	7,2	5,1	4,6	4,1
PŘÍTOK[mg/l]	49	47	46	47	45	56	42	39	38



Obrázek č. 21: graf celkových N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> v [mg/l]

ROK	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
pH	7,390	7,456	7,477	7,419	7,413	7,343	7,182	7,214	7,313



Obrázek č. 22: graf pH na odtoku [mg/l]

Některé zvýšené hodnoty, jako např. z roku 2006 celkový N, nebo rok 2005 CHSK mohlo být způsobeno srážkovými poměry, důsledky poddolování, nebo jinými vnějšími činiteli. Díky včasnému spozorování zvýšených hodnot bylo možné tuto situaci v čas zkoordinovat. Ostatní výsledky měření jsou v porovnání s platnou legislativou, Nařízení vlády 61/2003 Sb. vyhovující.

## **5. Vyhodnocení a závěr**

Cílem celého projektu bylo bezpečné odvádění všech splaškových vod z města Karviná do stávající ČOV, jejíž kapacita je hydraulicky a účinností čištění vyhovující ČR a EU legislativě. Napojeny byly do té doby neodkanalizované části města, byl kapacitně posílen stávající stokový systém s cílem omezit na stokové síti odlehčování do toků za dešťových událostí a odvádět větší podíl srážkových vod do ČOV a v ní je podle platné legislativy čistit, a to ve stávající biologické ČOV využitím její hydraulické kapacity a nově též v rekonstruované mechanické části staré ČOV Karviná.

Cílem bakalářské práce bylo přiblížit funkci a účinnost ČOV v Karvině a vyhodnotit její čistící efekt a kvalitu odpadní vody na přítoku a odtoku z čistírny odpadních vod z let 2005-2013.

Cíle bakalářské práce byly splněny.

V podobě tabulek a grafů jsem vyhodnotila naměřené hodnoty parametrů kvality vody za léta 2005-2013, archivované z laboratoří. Nejdůležitějším kritériem, které musí ČOV jako celek splňovat, je požadovaná dobrá kvalita vody odtékající z ČOV v Karvině. Tomuto požadavku podléhá celá stavba i technologie zvolená pro daný způsob čištění odpadní vody za účelem splnění těchto požadavků byla provedena rekonstrukce ČOV.

Zkoumání účinnosti celkového fosforu, dopadlo prokazatelně dobře, z výsledku si můžeme povšimnout, že ČOV Karviná, měla během stavby DZ mnohem větší obsah P, nežli po rekonstrukci. Rok 2007-2009 nám ukazuje, že v každém ročním období jsou ukazatele rozdílné. Může to být dáno např. přírodními podmínkami.

### **Další náplní byl návrh vylepšení a řešení:**

V lapáku štěrku se za týden zachytí množství nerozpuštěných látek, které zaplní kontejner o objemu 1,5 m<sup>3</sup>. Instalovaným drapákem se obsah lapáku štěrku těžce vyklízí. Zlepšení by mohlo přinést jiný typ drapáku.

Karvinská ČOV prošla během 12-ti let rozsáhlou rekonstrukcí, má jedno z nejmodernějších a nejvýkonnějších zařízení. Splňuje Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění a daná technologie biologického čištění splňuje požadavky na nejlepší dostupnou technologii.

## Zdroje:

- [1] Informace jsou čerpány z podniku, Čistírny odpadních vod Karviná.
- [2] INFORMAČNÍ SERVER, *oddělení životního prostředí, statutárního města Karviné*, [cit.28.12.2013]. Dostupné na [www](http://www.karvina.cz/portal/page/portal/uvodni_stranka):  
<[http://www.karvina.cz/portal/page/portal/uvodni\\_stranka](http://www.karvina.cz/portal/page/portal/uvodni_stranka)>.
- [3] ADAM LUBOJACKÝ, PETR SZOTKOWSKI, ALOIS KVĚŤÁK, *Tunel - Karviná sewerage expansion*, 18.ROČNÍK,č.4/2009.
- [4] STAVEBNÍ A INVESTORSKÉ NOVINY, [cit. 02.01.2014]. Dostupné na [www](http://www.basf-cc.cz/cs/novinky/sanacebetonovychkonstrukciizolaceprotivodeinjektaze/odborneclanky/Documents/komplexni%20stavebni%20rekonstrukce%20a%20dostavbaCOV_karvina.pdf):  
<[http://www.basf-cc.cz/cs/novinky/sanacebetonovychkonstrukciizolaceprotivodeinjektaze/odborneclanky/Documents/komplexni%20stavebni%20rekonstrukce%20a%20dostavbaCOV\\_karvina.pdf](http://www.basf-cc.cz/cs/novinky/sanacebetonovychkonstrukciizolaceprotivodeinjektaze/odborneclanky/Documents/komplexni%20stavebni%20rekonstrukce%20a%20dostavbaCOV_karvina.pdf)>.
- [5] *Nařízení vlády ČR 229/2007 Sb.*, o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, [cit. 02.01.2014]. Dostupné na [www](http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-229):  
<<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-229>>.
- [6] *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2000/60/ES*, pracovní překlad, [cit.14.1.2014]. Dostupné na [www](http://heis.vuv.cz/data/spusteni/projekty/ramcovasmernice/dokumenty/eudir/EU_2000-60-EC_ce.pdf):  
<[http://heis.vuv.cz/data/spusteni/projekty/ramcovasmernice/dokumenty/eudir/EU\\_2000-60-EC\\_ce.pdf](http://heis.vuv.cz/data/spusteni/projekty/ramcovasmernice/dokumenty/eudir/EU_2000-60-EC_ce.pdf)>.
- [7] *SMĚRNICE RADY 91/271/EHS, ze dne 21.května 1991*, o čištění městských odpadních vod, [cit.14.1.2014]. Dostupné na: [www](http://eagri.cz/public/web/mze/voda/vodovody-a-kanalizace/smernice-rady-o-cisteni-mestських/aktualizace-strategie-financovani.html)<<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/vodovody-a-kanalizace/smernice-rady-o-cisteni-mestських/aktualizace-strategie-financovani.html>>.
- [8] *ZÁKON č. 274/ 2001 Sb.* O vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, [cit.14.1.2014]. Dostupné na [www](http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-274-2001-sb-o-vodovodech-a-kanalizacich-pro-verejnou-potrebu-a-o-zmene-nekterych-zakonu-zakon-o-vodovodech-a-kanalizacich):< <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-274-2001-sb-o-vodovodech-a-kanalizacich-pro-verejnou-potrebu-a-o-zmene-nekterych-zakonu-zakon-o-vodovodech-a-kanalizacich>>.
- [9] SBÍRKA ZÁKONŮ ČESKÉ REPUBLIKY: *Zákon o vodách č. 254/2001 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou spotřebu č. 274/2001 Sb. a Nařízení vlády č. 61/2003*, [cit. 22.1.2014]. Dostupné na [www](http://portal.gov.cz):<<http://portal.gov.cz>>.
- [10] MILOSLAV SPĚVÁČEK, *Jarní sezona 2013, lovochemik*, č.vydání: VI/2013, str 4.

- [11] Ing. KAREL PENČÍK A KOL., *Přehled zařízení pro čištění a úpravu odpadních vod*, informační publikace č.1/1990, vydavatelství SNTL I.díl, ISBN: 80-85087-11-1, 1990.
- [12] Kalové hospodářství čistírny odpadních vod, [cit.: 02.2.2014]. Dostupné z [www](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/khcov.html):  
<[http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/khcov.html](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/khcov.html)>.
- [13] CHUDOBA J. A KOL., *Biologické čištění odpadních vod*. Praha: SNTL. 1991. 465 s. ISBN 80-03-00611-2.
- [14] HAVLÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P., HLUŠTÍK, P., MIFEK R.: *Stokování a čištění odpadních vod*, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2006.
- [15] INTERNÍ LISTY z ČOV Karviná.
- [16] VÁCLAV PLECHÁČ, *Voda problem současnosti a budoucnosti*, Praha 1989, str 259, ISNB: 25-112-89.
- [17] Prof.RNDr. JOSEF MALÝ,CSc. Ing JITKA MALÁ, Ph.D., *Chemie a technologie vody*, ISBN 80-86020-50-0, nakladatelství ARDEC, rok vydání 2006, str. 293.
- [18] Informace získané z přednášky Technologie a hospodaření s vodou.
- [19] BODÍK I., ANTALOVÁ S., KUCMAN K., *Časopis vodní hospodářství-Rekonštrukcia ČOV Trnava*, rok 2010, 10. vydání.
- [20] Rybářství. Poměr CHSK:BKS [cit.: 01.2.2014]. Dostupné z [www](http://www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/cov.pdf):  
<<http://www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/cov.pdf>>.
- [21] HORÁKOVÁ M., *Chemické a fyzikální metody analýzy vod*, Nakladatelství technické literatury, 1986, str 110.
- [22] ČLOVĚK A ODPADNÍ VODA, [cit.: 01.2.2014]. Dostupné na [www](http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=64&idkapitola=131):  
<[http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul\\_key=64&idkapitola=131](http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=64&idkapitola=131)>.
- [23] J.MARTOŇ, J. TOLGYESSY, L. HZÁNEK, M. PIATRIK, *Získavanie, úprava, čistenie a ochrana vod*, 2. Doplnené vydanie, vydavateľstvo Alfa, 1984, ISBN 80-05-00830-9, str 39.
- [24] N. STRNADOVÁ, V. JANDA (2004): *Technologie vody I*, Druhé přepracované vydání, VŠCHT v Praze. ISBN 80-7080-348-7.
- [25] SATINDER AHUJA, *Water purity and quality*, vydavatelství Iwa, 2009, ISBN: 978-0-12-374192-9, str. 291,.



- [26] CHEMICKÉ LISTY, 107 373-376 (2013) , Laboratorní přístroje a postupy, str. 373
- [27] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, [cit.: 22.12.2013] Dostupné z:  
< [http://mzp.cz/cz/monitoring\\_vod](http://mzp.cz/cz/monitoring_vod)>.
- [28] CHEMIE A TECHNOLOGIE VODY , Laboratorní cvičení
- [29] Rybářství. Poměr CHSK:BKS [online]. 2013 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z:  
<http://www.rybarstvi.eu/dok%20rybari/cov.pdf>
- [30] HORÁKOVÁ, M., LISCHÉ, P., *Chemické a fyzikální metody analýzy vod.*,  
Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 392 s.
- [31] ČZU PRAHA: *osobní server pana Prof. ing. Josefa Pošty, CSc.*, [cit. 22.1.2014]. Dostupné  
z www: <[posta.tf.czu.cz/U3V/U3V\\_text3-1.htm](http://posta.tf.czu.cz/U3V/U3V_text3-1.htm)>.
- [32] Prof. Ing. MICHAL DOHÁNYOS, CSc., doc. Ing JAN KOLLER, CSc., doc. Ing NINA  
STRNADOVÁ, CSc., *Čištění odpadních vod, VŠCHT*, rok vydání 1998, ISBN: 80-7080-316-  
9, str. 90.
- [33] MARCOS VON SPERLING, *Biological wastewater treatment series, volume 5: Activated  
sludge and aerobic biofilm reactors*, NAKLADATELSTVÍ: Iwa, 2007, ISBN: 1-84339-165-1  
str 152.
- [34] Marián Diviš, *SPŠ Karviná, 2005*, korektury: září 2008, str 50.
- [35] ČSN 75 6401, *Čistírny odpadních vod*. Praha: Český normalizační institut, 1996.
- [36] ČSN EN 872 (75 7349) *Jakost vod – Stanovení nerozpuštěných látek – Metoda filtrace  
filtrem ze skleněných vláken*, 2005.

## Seznam obrázků:

Obrázek č. 1: *ukázka Dolů Karviná*

Obrázek č. 2: *ukázka přetížení z části Karviná-4,Ráj (vlastní zdroj)*

Obrázek č. 3: *rozmístění jednotlivých čásí stavby*

Obrázek č. 4: *celková situace projektu(vlastní zdroj)*

Obrázek č. 5: *schéma metanizační nádrže*

Obrázek č. 6: *blokové schéma ČOV*

Obrázek č. 7: *areál ČOV*

Obrázek č. 8: *Ponorné čerpadlo Flygt – Bibo (Ilustrační obrázek)*

Obrázek č. 9: *HUBER hrubé česle pro vysoké průtoky RakeMax®-hf(Ilustrační obrázek)*

Obrázek č. 10: *lapák štěrku, vstupní čerpací stanice(vlastní zdroj)*

Obrázek č. 11: *usazovací nádrž*

Obrázek č. 12: *schéma uspořádání reaktoru*

Obrázek č. 13: *dešťová zdž na čov*

Obrázek č. 14: *konstrukce DZ*

Obrázek č. 15: *sanace karvinského potoka*

Obrázek č. 16: *graf celkového dusíku udávané v [mg/l]*

Obrázek č. 17: *graf celkového BSK<sub>5</sub> udávané v [mg/l]*

Obrázek č. 18: *graf celkového CHSK udávané v [mg/l]*

Obrázek č. 19: *graf nerozpuštěných látek udávané v [mg/l]*

Obrázek č. 20: *graf celkového fosforu udávané v [mg/l]*

Obrázek č. 21: *graf celkových  $\text{N-NH}_4^+$  v [mg/l]*

Obrázek č. 22: *graf pH na odtoku [mg/l]*

**Seznam tabulek:**

Tabulka č. 1: emisní ukazatel dle nařízení vlády 229/2007

Tabulka č. 2: imisní ukazatele dle nařízení vlády 229/2007

Tabulka č. 3: přípustná minimální účinnost čištění dle nařízení vlády 61/2003